技术经济安全评估若干问题的思考

代 涛[1*] 刘志鹏[1] 甘 泉[2] 孟祥翠[1] 张 斌[3]
1 中国科学院科技战略咨询研究院 北京 100190
2 中国科学院 发展规划局 北京 100864
3 军事科学院评估论证研究中心 北京 100091

摘要 技术经济安全评估是一个多学科交叉新方向，旨在从保障经济安全的视角，系统评估技术因素的风险及其对经济安全带来的影响，从而为保障国家科技和经济的安全发展提供决策支撑。文章基于已有的研究和实践，分析了技术经济安全的概念、技术经济安全评估需解决的关键问题、技术经济安全评估方法选择等关键问题，并从持续开展基础理论方法研究、加强人才队伍建设、加强评估工作与决策需求的紧密结合等方面提出做好技术经济安全评估工作的建议。

关键词 技术经济安全，评估，技术安全，经济安全

DOI 10.16418/j.issn.1000-3045.20201116001

随着科技在经济社会发展中的渗透日益广泛，以及新一轮科技革命和产业变革深入演进，科技对经济安全的影响日益突出。技术经济安全是从保障经济安全的视角，研究技术因素对经济安全的影响。技术经济安全评估旨在识别技术风险，评估其对经济安全的影响，从而为防范和化解重大风险提供决策支撑。技术经济安全评估是一个多学科交叉的新方向，尚处在起步阶段，亟待在评估理论、方法及实践等多方面深入探索。本文基于近年来在技术经济安全评估研究和实践方面的探索，围绕如何理解技术经济安全的概念、技术经济安全评估应解决哪些问题、面临哪些困难和挑战、如何做好评估工作等关键问题，提出思考和建议。

1 对技术经济安全概念的理解

1.1 技术经济安全的概念界定

*从技术经济学视角的理解。*技术经济学研究技术进步与经济增长的关系，而技术经济安全主要关注因技术领域的问题，如资源错配、结构失调等对经济增长带来的安全影响。例如，Samuels 在《富国强军：国

* 通讯作者
资助项目：中国科学院战略研究项目（GHJ-ZLZX-2020-32-7）
修改稿收到日期：2020 年 12 月 4 日

家安全与日本的技术变革》[1]和《重商现实主义与日本的对外政策》[2]中指出，一国通过研发补贴、技术扩散计划、结构调整措施等提高技术经济水平的方式可能会激起其他国家采取相似做法，陷入“技术经济安全困境”。Bruun 和 Bennett[3]关注了技术转移带来的风险，认为技术经济安全需要防范技术向国外转移带来利益的同时，产生的技术扩散所带来的新竞争者的风险。这种理解主要侧重在高技术领域各国恶性竞争带来的资源错配或竞争态势变化，进而有损于国家经济发展的现象。

从安全学视角的理解。从保障国家安全和经济安全出发，将技术作为一个影响因素，认为技术经济安全是指一国经济利益不受内部和外部技术因素威胁的状态及维持这种状态的能力[4]。技术因素内涵丰富：从技术发展过程看，涉及技术研发、技术扩散、技术应用的全过程；从技术竞争态势看，包括技术发展水平、技术路线选择、技术创新能力等；从技术的表现形态看，既包括有形要素（如装备、材料、部件等），也包括无形要素（如掌握核心技术的人才、知识产权、标准等）；从技术属性看，包括基础技术、前沿技术、颠覆性技术等。这些要素都可能对经济安全产生影响。广义来讲，技术因素也包括了技术领域相关的政策、资源配置等，保持经济增长也可视为经济安全的一部分。因此，安全学视角下的技术经济安全概念涉及范围更大，已涵盖了技术经济学角度对技术经济安全的理解——技术经济安全评估就是要从保障经济安全的视角，识别出各类技术因素的风险，评估其对经济安全的影响。

然而，不同技术因素对经济安全的影响路径、影响方式、影响程度不同，要全面评估技术经济安全难度极大。从国际竞争的背景看，科技领域的竞争已成为大国博弈的重要战场。近年来，中美、日韩之间爆发的贸易争端背后都是科技实力的较量。随着我国向全球价值链高端迈进，经济向高质量发展阶段转变，与发达国家在核心技术方面的竞争将日趋激烈，技术安全问题及其对经济安全的影响将更加凸显。从紧迫性、重要性和评估的可操作性视角，我们将技术因素聚焦在技术安全，定义了狭义的技术经济安全概念，其实质为由技术安全引发的经济安全问题，这可视为技术安全和经济安全的交集。

纵观已有研究，对技术安全概念的理解主要包括：技术自身的安全性及其不当使用给人类生命健康、生态环境等方面带来的威胁和损害；技术系统正常运转的安全性；技术系统能够有效促进国家发展、维护国家安全[5-7]。不同学者对经济安全的表现也有不同界定。Neu 和 Wolf[8]认为，经济安全是保护和促进经济利益不受各种因素威胁或阻碍的能力。雷家骕和陈亮辉[9]从国民利益的角度出发提出了经济安全包含国民经济发展、国民财富分配、国民生活质量。曾繁华和曹诗雄[10]认为：国家经济安全是国家的经济发展和经济利益不受外部和内部的威胁而保持稳定、均衡和可持续发展的状态。由市场实现的经济利益，在宏观层面上表现为国民生产总值的持续增长及其结构改善；中观层面表现为产业市场产值的增加及产业市场利润的提升；微观层面表现为企业规模的扩大、产品市场占有率的提升及企业市场利润的增加。

1.2 技术经济安全具体内容

从技术经济安全评估的视角看，狭义的技术经济安全重点集中在4个方面。

（1）核心技术对外依赖带来的技术经济安全问题。在全球化背景下，创新资源在全球分布，任何一个国家都很难将所有技术掌握在自己手中且保持优势地位，这就导致核心技术对外依赖不可避免。特别对于处在全球创新价值链中低端的发展中国家而言，高附加值、高技术密集度的核心技术严重依赖科技发达国家，一旦核心技术获取受到限制，将直接影响相关企业和行业的产值、利润、就业、进出口贸易等，对经济安全带来严重影响。目前，我国核心技术受制于

人的局面没有根本改变。例如，高端芯片等硬件、基础软件和高端工业软件，以及关键材料、尖端设备等高度依赖国外。在中美经贸摩擦的背景下，美国对中兴、华为等企业的打压，进一步凸显了核心技术“卡脖子”问题已成为影响经济安全的重中之重。

（2）技术优势被抵消或削弱带来的技术经济安全问题。在相关领域具有较强技术优势的国家，其技术安全问题主要集中在如何维持其技术领先优势，以及防止技术扩散带来的技术经济安全风险。美国在其历次国家安全战略中，均着重强调通过巩固技术优势来保障国家安全和经济安全，并通过技术出口管制等措施防止其优势技术外溢。我国在5G、量子通信等一些领域已经走在世界前列，具有较强的国际竞争力。这些优势技术如果不能被很好地保护，不能转化成经济效益，或技术转移过程中被竞争对手掌握，甚至被他国利用反制于我国，将导致我国的优势被抵消或削弱，经济利益也将因此受损。

（3）新兴技术和颠覆性技术竞争力不足带来的技术经济安全问题。新兴技术和颠覆性技术的突破可能改变现有的经济结构、就业结构，甚至重塑国际竞争格局。例如，数码相机代替胶卷、移动支付冲击传统的现金支付等。人工智能技术的发展会冲击传统劳动力就业，麦肯锡全球研究院[11]2017年发布报告称，估算全球范围工作场所的自动化触及到12亿名雇员，其中，我国51%的工作内容可以通过改进现有技术实现自动化，约有3.95亿全职职工受影响。目前，新兴和颠覆性技术已成为大国博弈的重点。例如，2018年8月美国出台的《出口管制改革法案》首次提出了要对新兴技术进行管制；2018年11月美国商务部工业安全局提出了针对人工智能、生物技术等14类关键新兴技术的出口管制框架。如果我国在新兴技术和颠覆性技术方面准备不足，竞争力不强，一旦这些技术成熟，将成为新的受制于人的技术，并直接影响我国未来产业的持续发展。

（4）因技术不成熟或者不当应用带来的技术经济安全问题。技术具有两面性，在提高生产力的同时，技术安全事故、技术的不当使用等可能会对人类健康、生态环境、经济发展和社会稳定带来重大负面影响。例如，2016年三星Galaxy Note7手机电池爆炸事件，不仅给当事消费者造成了人身伤害，还直接导致该型号手机的停产，由此对企业经济利益和品牌形象都带来较大冲击。近年来，新能源汽车的锂电池爆炸、网络安全漏洞造成的信息泄露、基因编辑等生物技术的不当使用等问题也较突出。特别是，随着人工智能、生物技术等新兴技术发展，因技术不成熟或对其认识不充分带来较大风险，需要加强对这些技术发展的风险识别和跟踪。

1.3 技术经济安全的特点

基于上述技术经济安全概念和内涵的理解，从国际竞争的背景及技术与经济的互动关系角度出发，技术经济安全具有贯通性、相对性、复合性和关联性的特点。

（1）贯通性。技术经济安全是一个宏观、中观和微观贯通的概念，涉及国家/区域技术经济安全、重点领域/行业的技术经济安全、具体技术或企业的技术经济安全。国家/区域的技术经济安全是重点领域、重点企业、具体技术的技术经济安全的宏观表现。同时，技术经济安全也涉及技术与经济贯通。要从技术与经济相互作用的角度考察安全性，而不是孤立地研究技术或经济。因此，要从系统论的视角看待技术经济安全问题，追求系统的安全，以及系统内部各要素之间的互动关系。

（2）相对性。从安全学看，安全是一种可接受的风险程度，它是一种相对的状态，也是一个心理—政治概念[12]。不同国家、不同行业、不同企业甚至不同人对风险的接受和忍耐程度不一，因此会导致安全的标准不一。对于美国等发达国家而言，技术经济安全的重点是维护其技术优势，防止技术扩散；而对于发

展中国家而言，技术经济安全的重点是维护核心技术的自主可控，减少对外依赖。同时，安全状态是动态变化的，与竞争对手的技术经济发展水平紧密相关。技术经济安全与否要基于研究对象的特定发展阶段、特定发展情景和发展战略背景。

（3）复合性。技术经济安全涉及到技术、经济、安全3个概念，与技术经济、技术安全、经济安全等概念既有联系又有区别。技术经济主要是从技术成本收益的角度来研究技术与经济的关系，注重从经济价值方面考察技术。技术经济安全则是从安全视角研究技术与经济的关系，以经济安全为约束，从技术因素对经济安全的影响视角来考察技术安全，是技术安全和经济安全的交集。技术经济安全评估需综合运用技术经济、技术安全和经济安全已有的研究成果，同时又要更深层次地揭示技术、经济与安全等之间的关联。

（4）关联性。随着技术的发展，技术之间的联系越来越紧密，技术之间的关系早已错综复杂、密不可分。一个技术安全的问题不仅仅影响一个技术、一个产品，甚至将通过技术间的关联、产业间的关联辐射到更广泛的范围，影响产业链上下游的技术、产品，甚至整个行业或多个行业。技术的关联性，决定了要从价值链、产业链、供应链的角度系统考虑技术经济安全问题。技术经济安全不是要追求所有技术的自给自足，孤立于世界，而是要确保在全球的分工体系中找到自己的不可替代性。

2 技术经济安全评估需解决的关键问题

技术经济安全评估以保障经济安全为目标，旨在识别出影响技术经济安全的主要风险，并评估各类风险的影响，预判未来发展态势，为防范和化解各类风险、保障科技和经济的健康发展提供决策支撑。技术经济安全评估需主要解决以下关键问题。

（1）识别技术经济安全的主要风险。技术经济安全涵盖的范围大、涉及面广，如何准确识别其风险极具挑战。从技术安全类型看，涉及核心技术受制于人、技术优势被抵消、新兴和颠覆性技术竞争力不足等多个维度的技术安全隐患。从风险来源看，有内部风险和外部风险。外部风险包括他国的技术出口管制、外资安全审查、关税壁垒、国际并购、国际科技合作等方面的风险，内部风险包括技术研发布局、技术转移转化、协同攻关的体制机制等方面的风险。从关键要素看，涉及人力、财力、物力、政策环境等方面的风险，如人才的质量、人才流动、研发经费的投入、专利布局、国际标准的话语权、政策法规等。技术经济安全评估要准确识别出可能对技术经济安全带来影响的主要风险，这是防范和化解各类风险的前提和基础。

（2）监测各类风险的发展变化和动因。技术经济安全状态的动态变化特性，决定了技术安全评估需要跟踪各类风险的发展变化，以准确把握其变化规律，揭示影响因素。技术经济安全评估需跟踪监测主要风险的变化态势，特别要关注国际形势变化、主要国家的政策变化、主要技术风险的变化、产业链和供应链状态的变化等。同时，深入分析各类风险发生的背景、演变态势，挖掘其产生和发展的原因，从而为决策提供及时有效的证据支撑。

（3）评估各类风险大小及其具体影响程度。技术经济安全评估不仅要发现风险，还要评估出各类风险的大小及其影响程度。然而，各类风险因素相互交织，对技术经济安全产生影响的过程相当复杂。特别是由于技术之间的关联性，一个技术风险可能不仅影响与其直接相关的产品，甚至还会影响到与之相关联的其他领域和行业。因此，准确评估各类风险大小及其影响程度是一项复杂的工作。影响评估涉及宽度、长度和深度3个维度：宽度是影响的范围如何，如具体影响哪些企业、哪些领域；长度是影响的持续时间如何，是短期影响、中期影响还是长期影响；深度是影响的严重程度，如对产值、利润、就业、进出口的

影响程度。

（4）*预判技术经济安全未来发展趋势。*从时间跨度看，技术经济安全评估不仅要回溯历史、立足现状，还要前瞻未来。基于对各类风险发展变化的监测和动因分析，预估各类风险的发展趋势，预判技术经济安全未来发展态势，以及在不同情景和发展路径下可能的安全状况；研判未来可能存在的重大安全隐患，及时提出预警建议，做到未雨绸缪，将各类风险及其影响控制在较低限度。

（5）*提出化解各类风险及保障安全的政策建议。*在识别风险、监测态势、分析动因、评估影响、研判趋势的基础上，技术经济安全评估要提出防范和化解各类风险、保障技术经济安全的对策建议，如：技术经济安全的战略路径如何选择，如何开展核心技术攻关，如何促进技术与经济的结合，如何加强创新环境建设，如何加强国际合作等，从而为科技布局、产业发展政策提供参考和依据，为深化体制机制改革提供建议。同时，针对具体的风险，技术经济安全评估需要给出及时、可操作性的解决方案。

3 技术经济安全评估方法

技术经济安全评估的关键是技术风险评估和经济损害评估 2 个方面。① *技术风险评估研究*，包括具体行业或具体技术存在的技术风险、项目投资的技术风险、新技术带来的风险、技术的国际竞争力水平等，主要评估方法有专家评议法、调查分析法、文献计量法、层次分析法、聚类分析法、指标对比分析法等。② *经济损害评估研究*，包括评估灾害带来的经济损失、贸易政策对经济的影响、技术出口管制对经济的影响等，评估方法包括调查分析法、人力资本法、影子价值法、投入产出法、可计算一般均衡模型法、全球贸易分析模型法、情景分析法等。技术经济安全评估需要根据具体评估目的和内容综合运用这些评估方法；同时，还面临一些独特挑战，需要在评估方法上有新的突破。

（1）*安全是一个相对性的概念，要根据评估对象所处的发展阶段，动态调整评估标准。*不同国家、不同领域、不同企业及个人对风险的接受程度不同，导致对安全状态的感观不同，对安全标准的界定不一致。例如，技术相对落后国家，在技术可获取的情境下，技术及相关产品进口量越大，说明该国技术对外依赖程度越高，技术经济安全风险越大；但在技术难以获取时，进口越多反而风险越低。因此，技术经济安全评估是动态化、个性化的，要根据评估对象所处的发展阶段，确定和调整评估标准。

（2）*需要清晰掌握技术间的关联关系，才能准确评估其影响范围和程度。*某一时期内经济安全与否是由技术、贸易、国内外环境变化等多个因素共同作用的结果，如何识别出哪些是技术因素的影响极具难度。同时，由于技术之间的关联性，单个技术因素产生的影响会通过技术间的关联、产业间的关联辐射到更广泛的范围，影响多个技术、多个领域，甚至整个国民经济。因此，构建技术网络图谱，揭示技术间关联以及技术与相关因素的互动关系是提高评估准确性的重要途径。

（3）*急需充分利用大数据和人工智能等新方法、新工具，发展新的评估方法。*影响技术经济安全的风险因素多，且具有高度复杂性和信息不对称性，需要尽可能全面地获取相关的信息。然而，科技、贸易等统计数据分散，缺乏共享和统筹，统计口径不一致，如何将分散的数据关联起来，如何进行国际比较，都面临较大的困难。大数据、人工智能等技术发展，有助于克服传统数据采集和分析的不足，为发展新的评估方法提供了新的机遇。

（4）*建立融合性的专家团队，充分发挥各类专家的作用，作出综合性研判。*技术经济安全评估需要兼具懂技术和经济的复合型人才，但目前该类人才极为匮乏。随着技术发展，细分领域越来越多，领域之

间存在的专业壁垒使各领域专家掌握的信息有限，能对整个领域都有深入认识的高水平专家、复合型人才匮乏。因此，需要充分发挥各类专家的作用，合理确定专家构成，兼顾科研机构/大学、骨干企业、行业协会、政府部门的专家，以及政策研究和评估专家等，建立融合性的专家团队，利用各方视野、经验和知识积累，作出综合性研判。

4 对于做好技术经济安全评估工作的建议

当前和未来一段时期，我国安全和发展面临的外部环境复杂多变，不稳定不确定性增加。随着我国向高质量发展阶段迈进，经济社会发展迫切需要高质量的科技供给。党的十九届五中全会提出将科技自立自强作为国家发展的战略支撑，统筹发展和安全，把安全发展贯穿国家发展各领域和全过程，防范和化解影响我国现代化进程的各种风险。技术经济安全评估将对防范和化解各类技术风险，维护我国科技安全和经济安全具有重要的决策参考价值。要做好技术经济安全评估工作，还需要形成常态化监测评估机制，持续开展基础理论方法研究，加强人才队伍建设，做好评估工作与决策需求的紧密结合。

（1）建立常态化监测评估机制。形成日常监测机制，持续跟踪美国、日本、欧盟等主要国家和组织的重大战略、出口管控措施、外资审查措施、关键技术突破、国际并购、知识产权纠纷等可能带来安全风险的关键因素，跟踪主要风险的变化趋势。建立周期性评估机制，从国家、重点领域、关键技术等多个层次开展评估，及时识别风险、发现问题、前瞻趋势，提出防范和化解各类风险的政策建议。建立监测、预警平台，提高基础能力，为监测和评估工作提供平台支撑。

（2）不断发展和完善评估理论方法。将技术经济安全评估纳入现有学科体系，深入开展技术经济安全评估基本理论和方法研究，识别影响技术经济安全的关键要素，分析各类风险要素的相互作用机制及其对技术经济安全的影响路径，丰富和发展评估方法，特别是利用大数据、人工智能等新方法、新工具，提高技术经济安全评估工作的准确性、及时性和科学性。

（3）培养造就一支高水平的人才队伍。充分发挥各类智库和行业组织的作用，凝聚一支稳定的高水平队伍，持续开展技术经济安全评估相关工作。充分利用各方专家的经验和智慧，建立专家交流和反馈机制。通过良性的信息反馈，迅速、准确地识别各类风险。通过合作研究、高端论坛等多种方式促进教育界、科技界、产业界的交流合作，并加强复合性人才培养。

（4）切实发挥评估对决策的支撑作用。不断提升评估结果的准确性和实效性，在此基础上，加强与国家重大部署的衔接，切实提升评估工作对国家决策的支撑作用。同时，从技术经济安全视角分析国家重大规划、科技布局、产业政策等方面的实施效果，为优化政策供给、保障科技与经济的安全和发展提供决策依据。

参考文献

1 Samuels R J. “Rich Nation, Strong Army”: National Security and the Technological Transformation of Japan. Ithaca: Cornell University Press, 1996: 271-278.

2 Heginbotham E, Samuels R J. Mercantile realism and Japanese foreign policy. International Security, 1998, 22(4): 171-203.

3 Bruun P, Bennett D J. Techno-economic security aspects of transferring technology to China: the perspective of Danish companies// Proceedings of 15th International Conference on Production Research. Limerick: University of Limerick, 1999.

4 刘志鹏, 代涛, 李晓轩, 等. 技术经济安全的概念与内涵——从新兴学科建设的视角. 科学学研究, 2018, 36(3): 410-417.

5 梁建国. 实验室技术安全探索与思考. 实验技术与管理,

2009, 26(6): 9-11.
6 张比. 哲学视野下的科学技术安全问题. 自然辩证法研究, 2003, 19(11): 57-60.
7 杨春平, 刘则渊. 技术安全：国家安全的重要内容. 大连理工大学学报（社会科学版）, 2005, 26(4): 54-57.
8 Neu C R, Wolf C J. The Economic Dimensions of National Security. Santa Monica: Rand Corporation, 1994.
9 雷家骕, 陈亮辉. 基于国民利益的国家经济安全及其评价. 中国软科学, 2012, (12): 17-32.
10 曾繁华, 曹诗雄. 国家经济安全的维度、实质及对策研究. 财贸经济, 2007, (11): 118-122.
11 麦肯锡全球研究院. 人机共存的新纪元：自动化、就业和生产力. [2017-01-01]. https://www.mckinsey.com.cn/wp-content/uploads/2017/02/MGI_%E4%BA%BA%E6%9C%BA%E5%85%B1%E5%AD%98%E7%9A%84%E6%96%B0%E7%BA%AA%E5%85%83_%E7%AE%80%E4%BD%93%E4%B8%AD%E6%96%87-2.pdf.
12 游光荣, 张斌, 张守明, 等. 国家科技安全：概念、特征、形成机理与评估框架初探. 军事运筹与系统工程, 2019, 33(2): 5-10.

Thinking on Issues of Techno-economic Security Evaluation

DAI Tao[1*]　LIU Zhipeng[1]　GAN Quan[2]　MENG Xiangcui[1]　ZHANG Bin[3]
（1 Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China;
2 Bureau of Development and Planning, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100864, China;
3 Center Assessment and Demonstration Research, Academy of Military Sciences, Beijing 100091, China）

Abstract Techno-economic security evaluation (TESE) is a new multi-disciplinary direction, which is designated to systematically evaluate the risks of technical factors and their impact on economic security from the perspective of ensuring economic security, and provide decision-making support for ensuring the safety development of national science and technology and economy. This study analyzes the key issues such as the concept of techno-economic security, the main problems that should be resolved in TESE, and the evaluation methods of TESE. Suggestions for how to optimize the TESE are offered in terms of continuing to carry out basic theoretical and method research, strengthening the construction of the talent team, and promoting the close integration of TESE with decision-making needs.

Keywords techno-economic security, evaluation, technical security, economic security



代　涛　中国科学院科技战略咨询研究院第三方评估研究支撑中心副主任，副研究员。研究方向：科技管理与评价，技术经济评估。E-mail: daitao@casipm.ac.cn

DAI Tao Associate Researcher of Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences (CASISD). Deputy Director of the Third-party Support Center for Evaluation Research, CASISD. His current research interests include S&T management and evaluation, techno-economic evaluation. E-mail: daitao@casipm.ac.cn

■责任编辑：张帆

*Corresponding author